

# PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 2000-073803

(43)Date of publication of application : 07.03.2000

(51)Int.Cl.

F02D 13/02

F02D 41/02

F02D 41/04

(21)Application number : 11-091898

(71)Applicant : NISSAN MOTOR CO LTD

(22)Date of filing : 31.03.1999

(72)Inventor : FUKUDA TAKASHI  
AOYAMA HISASHI  
NODA TORU

(30)Priority

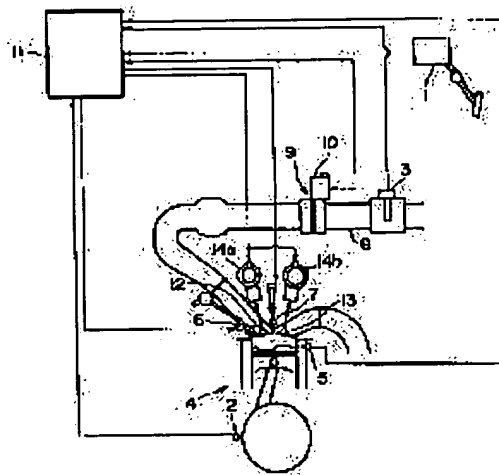
Priority number : 10168241    Priority date : 16.06.1998    Priority country : JP

## (54) CYLINDER INJECTION GASOLINE ENGINE

(57)Abstract:

**PROBLEM TO BE SOLVED:** To increase the discharge reflux quantity and suppress the discharge of smoke or the like by advancing the close period of an exhaust valve in a low load of engine on the basis of an engine load detection signal to lay intake and exhaust valves in non-overlap state, and setting it to a general exhaust valve close period in a high load.

**SOLUTION:** In a high load of an engine, variable valve systems 14a, 14b are controlled so as to have a general valve timing where the open period of an exhaust valve 13 and the open period of an intake valve 12 are overlapped (O/L) before and after intake TDC by closing the exhaust valve 13 after the intake TDC and opening the intake valve 12 before the intake TDC. In a low load of the engine, the intake and exhaust valves are laid in non-O/L state by closing the exhaust valve 13 before the intake TDC. Namely, the open periods of the intake valve 12 and exhaust valve 13 are in (O/L) state in the high load, and the intake valve 12 and the exhaust valve 13 are laid in O/L state without generating O/L in the low load.



## LEGAL STATUS

[Date of request for examination]

29.05.2003

[Date of sending the examiner's decision of rejection]

[Kind of final disposal of application other than  
the examiner's decision of rejection or  
application converted registration]

[Date of final disposal for application]

[Patent number]

[Date of registration]

[Number of appeal against examiner's decision of  
rejection]

[Date of requesting appeal against examiner's  
decision of rejection]

[Date of extinction of right]

Copyright (C); 1998,2003 Japan Patent Office

(19) 日本国特許庁 (J P)

## (12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開2000-73803

(P2000-73803A)

(43) 公開日 平成12年3月7日 (2000.3.7)

| (51) Int.Cl. <sup>7</sup> | 識別記号  | F I           | テマコード* (参考) |
|---------------------------|-------|---------------|-------------|
| F 0 2 D 13/02             |       | F 0 2 D 13/02 | K           |
| 41/02                     | 3 0 1 | 41/02         | 3 0 1 A     |
| 41/04                     | 3 2 0 | 41/04         | 3 2 0       |

審査請求 未請求 請求項の数20 O L (全 18 頁)

(21) 出願番号 特願平11-91898

(22) 出願日 平成11年3月31日 (1999.3.31)

(31) 優先権主張番号 特願平10-168241

(32) 優先日 平成10年6月16日 (1998.6.16)

(33) 優先権主張国 日本 (J P)

(71) 出願人 000003997

日産自動車株式会社

神奈川県横浜市神奈川区宝町2番地

(72) 発明者 福田 隆

神奈川県横浜市神奈川区宝町2番地 日産  
自動車株式会社内

(72) 発明者 青山 尚志

神奈川県横浜市神奈川区宝町2番地 日産  
自動車株式会社内

(72) 発明者 野田 徹

神奈川県横浜市神奈川区宝町2番地 日産  
自動車株式会社内

(74) 代理人 100078330

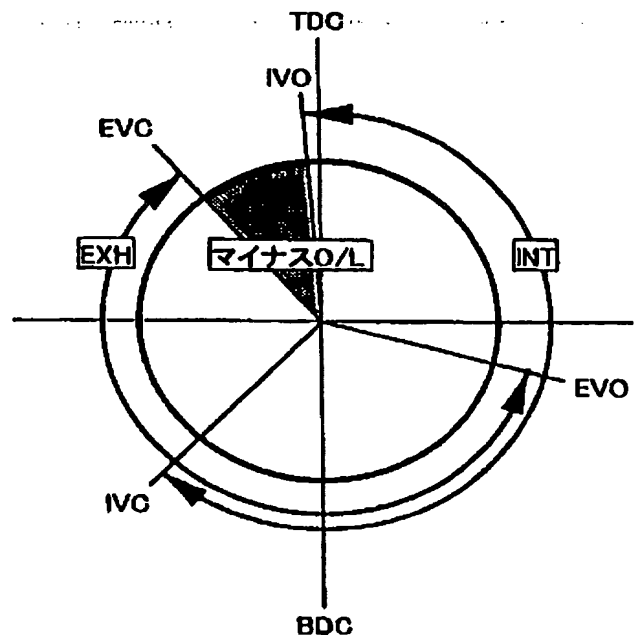
弁理士 笹島 富二雄

(54) 【発明の名称】 筒内噴射ガソリンエンジン

(57) 【要約】

【課題】 内部EGR量の増大化を図って、NO<sub>x</sub>の低減化を図ると共に、燃料の気化性の向上、スモークやHCの排出の抑制を図りつつ、ピストン冠面にバルブリセスを設ける必要性をなくして、未燃HCの排出の抑制、S/V比の低減、燃費向上等を図ることができる筒内噴射ガソリンエンジンを提供することを目的とする。

【解決手段】 機関の高負荷時には吸気バルブと排気バルブとの開期間がオーバーラップするようにするが、機関の低負荷時には、例えば、排気バルブが吸気TDCの前で閉じることで、吸・排気バルブが非オーバーラップ状態（マイナスオーバーラップ）となるようにする。即ち、バルブタイミング制御で、排気バルブの閉時期を進角させる。



(2)

1

## 【特許請求の範囲】

【請求項1】筒内に直接燃料を噴射する燃料噴射弁を備えてなる筒内噴射ガソリンエンジンにおいて、吸気バルブ及び排気バルブを駆動する動弁装置にバルブの開閉時期を可変に制御する可変動弁機構を備える一方、機関の負荷を検出する機関負荷検出手段と、前記機関負荷検出手段から出力される検出信号に基づいて、機関の低負荷時に排気バルブの閉時期を進角して、吸・排気バルブを非オーバーラップ状態とすると共に、機関の高負荷時に通常の排気バルブ閉時期とするバルブ開閉時期制御手段と、を含んで構成されたことを特徴とする筒内噴射ガソリンエンジン。

【請求項2】前記バルブ開閉時期制御手段に代えて、前記機関負荷検出手段から出力される検出信号に基づいて、機関の低負荷時に排気バルブの閉時期を進角し、かつ、吸気バルブの開時期を遅角して、吸・排気バルブを非オーバーラップ状態とすると共に、機関の高負荷時に通常の排気バルブ閉時期及び吸気バルブ開時期とするバルブ開閉時期制御手段を含んで構成されたことを特徴とする請求項1記載の筒内噴射ガソリンエンジン。

【請求項3】前記バルブ開閉時期制御手段に代えて、前記機関負荷検出手段から出力される検出信号に基づいて、機関の低負荷時に排気バルブの閉時期を進角して、吸・排気バルブを非オーバーラップ状態とすると共に、排気バルブの開時期を遅角し、かつ、機関の高負荷時に通常の排気バルブ閉時期及び開時期とするバルブ開閉時期制御手段を含んで構成されたことを特徴とする請求項1記載の筒内噴射ガソリンエンジン。

【請求項4】前記バルブ開閉時期制御手段に代えて、前記機関負荷検出手段から出力される検出信号に基づいて、機関の低負荷時に排気バルブの閉時期を進角し、吸気バルブの開時期を遅角して、吸・排気バルブを非オーバーラップ状態とすると共に、排気バルブの開時期を遅角し、吸気バルブの閉時期を進角し、かつ、機関の高負荷時に通常の排気バルブの閉時期、吸気バルブの開時期、排気バルブの開時期及び吸気バルブの閉時期とするバルブ開閉時期制御手段を含んで構成されたことを特徴とする請求項1記載の筒内噴射ガソリンエンジン。

【請求項5】排気バルブの閉時期からピストン上死点までの間と、ピストン上死点から吸気バルブの開時期までの間を略同等としたことを特徴とする請求項2又は4記載の筒内噴射ガソリンエンジン。

【請求項6】前記吸気バルブの開時期を、筒内圧力と吸気管負圧とが略同等となる時期とすることを特徴とする請求項2、4及び5のうちいずれか1つに記載の筒内噴射ガソリンエンジン。

【請求項7】機関の運転状態を検出する機関運転状態検出手段を含んで構成され、

2

前記機関運転状態検出手段から出力される検出信号に基づいて、機関運転状態に応じて前記排気バルブの閉時期を可変制御することを特徴とする請求項1～6のうちいずれか1つに記載の筒内噴射ガソリンエンジン。

【請求項8】機関の運転状態を検出する機関運転状態検出手段を含んで構成され、前記機関運転状態検出手段から出力される検出信号に基づいて、機関運転状態に応じて、前記吸気バルブの開閉時期及び排気バルブの開閉時期を可変制御して吸・排気バルブの非オーバーラップ量を制御することを特徴とする請求項1～6のうちいずれか1つに記載の筒内噴射ガソリンエンジン。

【請求項9】前記機関運転状態検出手段から出力される検出信号に基づいて、機関の成層燃焼運転時において、機関負荷が低いほど吸・排気バルブの非オーバーラップ量を増加させることを特徴とする請求項8記載の筒内噴射ガソリンエンジン。

【請求項10】前記機関運転状態検出手段から出力される検出信号に基づいて、機関の成層燃焼運転時において、機関回転速度が低いほど吸・排気バルブの非オーバーラップ量を増加させることを特徴とする請求項8記載の筒内噴射ガソリンエンジン。

【請求項11】前記非オーバーラップ量は、前記機関運転状態検出手段から出力される検出信号に基づいて、機関の燃焼が不安定であると判定されたときには、予め設定された値よりも減少させることを特徴とする請求項9又は10記載の筒内噴射ガソリンエンジン。

【請求項12】前記可変動弁機構は、バルブの開閉時期と共にバルブリフトを可変に制御する構成であって、前記吸・排気バルブの非オーバーラップ量の増加と共に、吸気バルブと排気バルブのうち少なくとも吸気バルブのバルブリフト量を機関運転状態に基づいて可変制御することを特徴とする請求項8～11のうちいずれか1つに記載の筒内噴射ガソリンエンジン。

【請求項13】前記バルブリフト量は、バルブ作動角を減少する割合に対して小さい割合で減少させることを特徴とする請求項12記載の筒内噴射ガソリンエンジン。

【請求項14】前記動弁装置は、クランク軸とカム軸との位相を変化させる機構を有することを特徴とする請求項1～13のうちいずれか1つに記載の筒内噴射ガソリンエンジン。

【請求項15】前記動弁装置は、クランク軸の角速度に対するカム軸の角速度を周期的に変化させる機構を有することを特徴とする請求項1～13のうちいずれか1つに記載の筒内噴射ガソリンエンジン。

【請求項16】前記動弁装置は、複数のカムを切換える機構を有することを特徴とする請求項1～13のうちいずれか1つに記載の筒内噴射ガソリンエンジン。

【請求項17】前記動弁装置は、油圧力によってバルブを駆動する装置であることを特徴とする請求項1～13

(3)

3

のうちいずれか1つに記載の筒内噴射ガソリンエンジン。

【請求項18】前記動弁装置は、電磁力によってバルブを駆動する装置であることを特徴とする請求項1～13のうちいずれか1つに記載の筒内噴射ガソリンエンジン。

【請求項19】ピストン冠面に凹凸部が形成されていることを特徴とする請求項1～18のうちいずれか1つに記載の筒内噴射ガソリンエンジン。

【請求項20】前記ピストン冠面が盛り上げられ、この盛り上げられた部位にボウル部が設けられたことを特徴とする請求項19記載の筒内噴射ガソリンエンジン。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】本発明は筒内噴射ガソリンエンジンに関し、特に、燃焼性の向上、燃費向上及び排気浄化性能向上等を図る技術に関する。

【0002】

【従来の技術】従来、筒内噴射ガソリンエンジンにおいて、機関の低負荷時（成層燃焼時）には高負荷時（均質燃焼時）よりも、吸気バルブの開時期を進角することにより、吸・排気バルブのオーバーラップを増大させて、内部EGR（排気還流）の増大を図るようにしたものが知られている（特開平4-183945号公報参照）。

【0003】このものでは、吸・排気バルブのオーバーラップが増大することにより、燃焼室内に残留する高温の既燃ガス量が増大し、この残留既燃ガスが吸入行程時に新気と混合するため筒内ガス温度が上昇し、着火前の混合気温度を高く保つことが可能なため、燃料の気化が促進され、燃焼速度が上昇して、成層燃焼時に燃焼が安定化する。

【0004】

【発明が解決しようとする課題】しかし、かかる従来技術のように、吸・排気バルブのオーバーラップを増大させても、例えば吸気管負圧が小さい場合には、内部EGR量はあまり増えず、NO<sub>x</sub>を十分に低減するだけのEGR効果が得られない。

【0005】又、内部EGR量が少ない結果、燃料の気化性に劣り、スモークやHCの排出を抑制できない。ところで、筒内噴射ガソリンエンジンにおいては、圧縮比を高めるべく、ピストン冠面を盛り上げ、この盛り上げたところにボウル部を設けるようにしている。

【0006】このため、従来技術のように、吸気バルブの開時期を進角する構成では、ピストン上死点付近での吸気バルブのリフト量が大きくなるため、吸気バルブとピストン冠面の盛り上がった部位との干渉のおそれが生じ、これを防止するため、ピストン冠面にバルブリセスを設ける必要がある。

【0007】このようにバルブリセスを設けると、燃料のボウル部からのこぼれが生じ易くなり、このこぼれに

4

起因する未燃HCの排出が増加し、ピストン冠面の表面積増大に伴って、表面積/体積比（S/V比）が増大し、燃焼室からの放出される熱量の増大を招き、燃焼効率の低下による燃費低下のおそれもある。

【0008】ところで、ある一定のバルブタイミングにおいては、成層燃焼運転時にある一定の回転速度で考えた場合、低負荷運転時には、発生すべきトルクが少ないため、高負荷に比して燃焼に必要な吸入空気量は少なくても良く、又、燃焼室内での発熱量が少ないことから、筒内温度が比較的低い状態にあり、燃料の気化が不十分となり、燃焼が不完全となる場合が考えられる。

【0009】又、筒内温度を上昇させるために、吸入空気量をスロットル弁の絞り等で制限することが考えられるが、この場合にはポンプロスが增大するため、燃費悪化を引き起こすことが考えられる。

【0010】更に、吸入バルブと排気バルブの非オーバーラップ状態（マイナスO/L）における非オーバーラップ量を大きくするためには、バルブ作動角を小さくする必要があり、この場合、一般的にはバルブサージ（バルブ動作がカムに追従できなくなる）を避けるために、バルブリフト量も同時に減少させるが、この場合にも、ポンプロスが生じ、燃費悪化の原因となることが考えられる。

【0011】一方、上記の低負荷運転時に対して、高負荷運転時には、逆に必要吸入空気量が多く必要であり、スロットル弁は略全開状態で運転する。この場合、吸入空気量が不足する場合があります、スモーク等の発生の虞がある。

【0012】次に、成層燃焼運転時に、機関発生トルク...を一定として、回転速度を変化させた場合には、低回転時には筒内に生成されるガス流動（主にスワール[タンブルの場合もある]）が高回転に比して弱いこと、爆発間隔が長くなることで、燃焼室内温度が低いこと等の原因で、燃料の気化が不十分となり、ひいては、燃焼悪化を引き起こし易くなる。

【0013】逆に高回転では、筒内ガス流動が強くなるため、燃料噴霧の気化が良好になり過ぎて、燃料噴霧が分散し易く、点火プラグ周りの成層化が困難になり、燃焼が不安定になり易い。

【0014】本発明は上記問題点を鑑みなされたものであり、内部EGR量の増大化を図って、NO<sub>x</sub>の低減化を図ると共に、燃料の気化性の向上、スモークやHCの排出の抑制を図りつつ、ピストン冠面にバルブリセスを設ける必要性をなくして、未燃HCの排出の抑制、S/V比の低減、燃費向上等を図ることができると共に、成層燃焼運転時に、機関負荷や回転速度等の機関運転状態に応じて吸・排気バルブの非オーバーラップ量（マイナスO/L量）を制御することにより、燃焼性の向上、燃費向上、スモーク等の発生の解消等を図ることができ、筒内噴射ガソリンエンジンを提供することを目的

(4)

5

とする。

【0015】

【課題を解決するための手段】そのため請求項1に係る発明は、筒内に直接燃料を噴射する燃料噴射弁を備える筒内噴射ガソリンエンジンにおいて、吸気バルブ及び排気バルブを駆動する動弁装置にバルブの開閉時期を可変に制御する可変動弁機構が備える一方、機関の負荷を検出する機関負荷検出手段と、前記機関負荷検出手段から出力される検出信号に基づいて、機関の低負荷時に排気バルブの開閉時期を進角して、吸・排気バルブを非オーバーラップ状態とすると共に、機関の高負荷時に通常の排気バルブ閉時期とするバルブ開閉時期制御手段と、を含んで構成されたことを特徴とする。

【0016】請求項2に係る発明は、前記バルブ開閉時期制御手段に代えて、前記機関負荷検出手段から出力される検出信号に基づいて、機関の低負荷時に排気バルブの開閉時期を進角し、かつ、吸気バルブの開閉時期を遅角して、吸・排気バルブを非オーバーラップ状態とすると共に、機関の高負荷時に通常の排気バルブ閉時期及び吸気バルブ開時期とするバルブ開閉時期制御手段を含んで構成されたことを特徴とする。

【0017】請求項3に係る発明は、前記バルブ開閉時期制御手段に代えて、前記機関負荷検出手段から出力される検出信号に基づいて、機関の低負荷時に排気バルブの開閉時期を進角して、吸・排気バルブを非オーバーラップ状態とすると共に、排気バルブの開閉時期を遅角し、かつ、機関の高負荷時に通常の排気バルブ閉時期及び開閉時期とするバルブ開閉時期制御手段を含んで構成されたことを特徴とする。

【0018】請求項4に係る発明は、前記バルブ開閉時期制御手段に代えて、前記機関負荷検出手段から出力される検出信号に基づいて、機関の低負荷時に排気バルブの開閉時期を進角し、吸気バルブの開閉時期を遅角して、吸・排気バルブを非オーバーラップ状態とすると共に、排気バルブの開閉時期を遅角し、吸気バルブの開閉時期を進角し、かつ、機関の高負荷時に通常の排気バルブの開閉時期、吸気バルブの開閉時期、排気バルブの開閉時期及び吸気バルブの開閉時期とするバルブ開閉時期制御手段を含んで構成されたことを特徴とする。

【0019】請求項5に係る発明は、排気バルブの開閉時期からピストン上死点までの間と、ピストン上死点から吸気バルブの開閉時期までの間を略同等としたことを特徴とする。

【0020】請求項6に係る発明は、前記吸気バルブの開閉時期を、筒内圧力と吸気管負圧とが略同等となる時期とすることを特徴とする。

【0021】請求項7に係る発明は、機関の運転状態を検出する機関運転状態検出手段を含んで構成され、前記機関運転状態検出手段から出力される検出信号に基づいて、機関運転状態に応じて前記排気バルブの開閉時期を可

6

変制御することを特徴とする。

【0022】請求項8に係る発明は、機関の運転状態を検出する機関運転状態検出手段を含んで構成され、前記機関運転状態検出手段から出力される検出信号に基づいて、機関運転状態に応じて、前記吸気バルブの開閉時期及び排気バルブの開閉時期を可変制御して吸・排気バルブの非オーバーラップ量を制御することを特徴とする。

【0023】請求項9に係る発明は、前記機関運転状態検出手段から出力される検出信号に基づいて、機関の成層燃焼運転時において、機関負荷が低いほど吸・排気バルブの非オーバーラップ量を増加させることを特徴とする。

【0024】請求項10に係る発明は、前記機関運転状態検出手段から出力される検出信号に基づいて、機関の成層燃焼運転時において、機関回転速度が低いほど吸・排気バルブの非オーバーラップ量を増加させることを特徴とする。

【0025】請求項11に係る発明は、前記非オーバーラップ量は、前記機関運転状態検出手段から出力される検出信号に基づいて、機関の燃焼が不安定であると判定されたときには、予め設定された値よりも減少させることを特徴とする。

【0026】請求項12に係る発明は、前記可変動弁機構は、バルブの開閉時期と共にバルブリフトを可変に制御する構成であって、前記吸・排気バルブの非オーバーラップ量の増加と共に、吸気バルブと排気バルブのうち少なくとも吸気バルブのバルブリフト量を機関運転状態に基づいて可変制御することを特徴とする。

【0027】請求項13に係る発明は、前記バルブリフト量は、バルブ作動角を減少する割合に対して小さい割合で減少させることを特徴とする。

【0028】請求項14に係る発明は、前記動弁装置は、クランク軸とカム軸との位相を変化させる機構を有することを特徴とする。

【0029】請求項15に係る発明は、前記動弁装置は、クランク軸の角速度に対するカム軸の角速度を周期的に変化させる機構を有することを特徴とする。

【0030】請求項16に係る発明は、前記動弁装置は、複数のカムを切替える機構を有することを特徴とする。請求項17に係る発明は、前記動弁装置は、油圧力によってバルブを駆動する装置であることを特徴とする。

【0031】請求項18に係る発明は、前記動弁装置は、電磁力によってバルブを駆動する装置であることを特徴とする。

【0032】請求項19に係る発明は、ピストン冠面に凹凸部が形成されていることを特徴とする。請求項20に係る発明は、前記ピストン冠面が盛り上げられ、この盛り上げられた部位にボウル部が設けられたことを特徴とする。

50

(5)

7

【0033】かかる発明の作用について説明する。請求項1に係る発明において、機関の低負荷時（成層燃焼時）に、排気バルブの閉時期を進角することにより、排気バルブの閉時期時点で燃焼室内に閉じ込められた既燃焼ガスが内部EGRとなり、NO<sub>x</sub>が低減する。この内部EGRは、比較的高温であるため、燃料の気化が促進され、ピストン冠面への燃料付着が抑制され、ピストン冠面に付着した燃料が拡散燃焼することによるスモークの発生やHCの排出の抑制を行うことができる。

【0034】特に、請求項19及び20に係る発明において、ピストン冠面に凹凸部が形成されている筒内噴射ガソリンエンジン、例えば、圧縮比を高めるべく、ピストン冠面を盛り上げ、この盛り上げたところにボウル部を設けるようにした筒内噴射ガソリンエンジンにおいては、吸気バルブの開時期を進角する構成とすると、バルブとピストン冠面の盛り上がった部位との干渉のおそれが生じ、これを防止するため、ピストン冠面にバルブリセスを設ける必要があるが、排気バルブの閉時期を進角する構成では、上記の干渉のおそれがないため、バルブリセスを設ける必要がなくなる。

【0035】この結果、燃料のボウル部からのこぼれに起因する未燃HCの排出、表面積／体積比（S/V比）の増大、燃焼効率の低下による燃費低下のおそれなくなる。

【0036】請求項2に係る発明において、排気バルブの閉時期～ピストン上死点の間の圧縮に要した仕事の一部を、ピストン上死点～吸気バルブの開時期の間で回収できるため、燃費的に有利である。

【0037】請求項3に係る発明において、ピストン上死点～排気バルブの開時期の間の有効膨張比が大きくなり、筒内圧を有効に仕事として取り出せ、燃費の向上を図ることができる。又、機関の高負荷時には、通常の排気バルブの開時期とすることにより、排気の押し出し損失が低減される。

【0038】請求項4に係る発明において、請求項2に係る発明の排気バルブの閉時期～ピストン上死点の圧縮仕事を回収する効果と、請求項3に係る発明の有効膨張比を大きくする効果に加え、吸気バルブの閉時期～ピストン上死点の有効圧縮比を拡大できるという効果を得られ、良好な燃焼を得ることができる。

【0039】請求項5に係る発明において、排気バルブの閉時期～ピストン上死点間の圧縮に要した仕事をピストン上死点～吸気バルブの閉時期間に略完全に回収できるため、ポンブロスの低減を図れ、燃費の向上を図ることができる。

【0040】請求項6に係る発明において、吸気バルブの開時期は吸気管負圧が大きいほど遅角することになり、更にポンブロスの低減を図れ、燃費の向上をより図ることができる。

【0041】請求項7に係る発明において、さまざまな

8

機関運転状態に対応して、最適なEGR量を設定でき、NO<sub>x</sub>の低減効果を十分に発揮させることができ、かつ、過大なEGR量による燃焼不安定化等を防止できる。

【0042】請求項8～10に係る発明において、成層燃焼運転時に非オーバーラップ量を可変としたことにより、運転領域に応じた最適なバルブタイミングによって、最適な内部EGR率を得ることができ、もって、内部EGRを行うことによる筒内温度の上昇、噴霧の気化促進による燃費向上、HC、スモーク、NO<sub>x</sub>の低減効果がより高められる。

【0043】請求項11に係る発明において、例えば機関内部の汚れ等により失火等の機関の燃焼が不安定である状態が発生した場合には、それに対応して内部EGR率を減ずることにより、常に良好な燃費、排気性能が得られる。

【0044】請求項12及び13に係る発明において、吸・排気バルブの非オーバーラップ量の増加と共に、吸気バルブと排気バルブのうち少なくとも吸気バルブのバルブリフト量を機関運転状態に基づいて可変制御するようにしたから、例えば成層燃焼運転時の低回転、低負荷領域の筒内ガス流動強化が図れ、燃料噴霧の気化が促進されて、成層燃焼を良好にし、逆に、例えば、中回転、中負荷領域（成層燃焼運転時における高回転時）には、過剰な流動が抑制されて、燃料噴霧の過分散が抑制されると共に、吸入空気量が確保され、広範囲の成層燃焼運転が可能になる。

【0045】請求項14に係る発明において、クランク軸とカム軸との位相を変化させることで、作動角一定のままバルブタイミングがシフトすることになり、排気バルブの閉時期及び又は吸気バルブの開時期の進角、遅角制御が行える。

【0046】請求項15に係る発明において、クランク軸の角速度に対するカム軸の角速度を周期的に変化させることで、バルブタイミングと作動角とを同時に変更可能であり、例えば吸気バルブの閉時期を固定として開時期のみを変化させることが可能となる。

【0047】請求項16に係る発明において、バルブのリフト特性の異なる複数のカムを使い分けることで、バルブタイミングと作動角とが同時に変更される。請求項17に係る発明において、カム駆動ではなく、油圧力によってバルブが開閉駆動され、油圧力の発生タイミングの制御によってバルブタイミングが変更される。

【0048】請求項18に係る発明において、カム駆動ではなく、電磁力によってバルブが開閉駆動され、電磁力の発生タイミングの制御によってバルブタイミングが変更される。

【0049】

【発明の効果】請求項1に係る発明によると、内部EGR量の増大化を図れ、NO<sub>x</sub>の低減化を図ることができ

(6)

9

ると共に、燃料の酸化性の向上、スモークやHCの排出の抑制を図ることができる。

【0050】請求項2に係る発明によれば、燃費の向上を図ることができる。請求項3に係る発明において、燃費の向上を図ることができると共に、排気の押し出し損失を低減できる。

【0051】請求項4に係る発明によれば、燃費向上を図ることができると共に、良好な燃焼を得ることができる。請求項5に係る発明によれば、ポンプロスの低減を図れ、燃費の向上を図ることができる。

【0052】請求項6に係る発明によれば、更にポンプロスの低減を図れ、燃費の向上をより図ることができる。請求項7に係る発明によれば、最適なEGR量を設定でき、NO<sub>x</sub>の低減効果をより高めることができると共に、燃焼不安定化等を防止できる。

【0053】請求項8～10に係る発明によれば、最適な内部EGR率を得ることができ、もって、内部EGRを行うことによる筒内温度の上昇、噴霧の気化促進による燃費向上、HC、スモーク、NO<sub>x</sub>の低減効果をより高めることができる。

【0054】請求項11に係る発明によれば、例えば機関内部の汚れ等により失火等の機関の燃焼が不安定である状態が発生した場合においても、常に良好な燃費、排気性能を得ることができる。

【0055】請求項12及び13に係る発明によれば、広範囲の成層燃焼運転を可能にすることができる。請求項14に係る発明によれば、排気バルブの開時期及び／又は吸気バルブの開時期の進角、遅角制御が容易に行える。

【0056】請求項15に係る発明によれば、例えばバルブの開時期を固定とせて開時期のみを変化させることが可能となる。請求項16に係る発明によれば、バルブのリフト特性の異なる複数のカムを使い分けることで、バルブタイミングと作動角とが同時に変更される。

【0057】請求項17に係る発明によれば、カム駆動ではなく、油圧力によってバルブが開閉駆動され、油圧力の発生タイミングの制御によってバルブタイミングを容易に変更できる。

【0058】請求項18に係る発明によれば、カム駆動ではなく、電磁力によってバルブが開閉駆動され、電磁力の発生タイミングの制御によってバルブタイミングを容易に変更できる。

【0059】請求項19及び20に係る発明によれば、ピストン冠面に凹凸部が形成されている筒内噴射ガソリンエンジン、例えば、圧縮比を高めるべく、ピストン冠面を盛り上げ、この盛り上げたところにボウル部を設けるようにした筒内噴射ガソリンエンジンにおいて、ピストン冠面にバルブリセスを設ける必要性をなくして、未燃HCの排出の抑制、S/V比の低減、燃費向上等を行うことができる。

10

【0060】

【発明の実施の形態】以下、本発明の実施形態を図に基づいて説明する。図1は、本発明の筒内噴射ガソリンエンジンの一実施形態のシステム構成図である。

【0061】この図1において、アクセル開度センサ1は、運転者によって操作されるアクセルペダルの開度を検出する。クランク角センサ2は、単位クランク角毎のポジション信号及び気筒間の行程位相差毎のリファレンス信号を発生し、前記ポジション信号の単位時間当りの発生数を計測することにより、或いは、前記リファレンス信号の発生周期を計測することにより、エンジン回転速度N (rpm)が検出される。

【0062】エアフローメータ3は、エンジン4の吸入空気流量Q<sub>a</sub>を検出する。水温センサ5は、エンジン4の冷却水温度T<sub>w</sub>を検出する。尚、本実施形態では、前記冷却水温度T<sub>w</sub>をエンジン4の温度を代表するパラメータとして用いる。

【0063】エンジン4には、各気筒毎に、燃料を直接シリンダ内に噴射する燃料噴射弁6、及び、燃焼室に装着されて点火を行う点火栓7が設けられる。前記燃料噴射弁6は、シリンダの略中央に向けて斜め下方に燃料を噴射するように取り付けられている。

【0064】一方、エンジン4の吸気通路8にはスロットル弁9が介装され、該スロットル弁9は、DCモータ等のスロットルアクチュエータ10によって開閉駆動されるようになっている。

【0065】前記各種センサ類からの検出信号は、CPU、RAM、ROM、入出力インターフェース等を含んで構成されるコントロールユニット11へ入力され、該コントロールユニット11は、前記センサ類からの信号に基づいて検出される運転状態に応じて、スロットル弁9の開度を制御し、前記燃料噴射弁6による燃料噴射量及び噴射タイミングを制御し、前記点火栓7による点火時期を制御する。

【0066】また、エンジン4の吸気バルブ12 (INT) 及び排気バルブ13 (EXH) をそれぞれにカムで駆動する動弁装置には、バルブの開閉時期 (バルブタイミング) を可変に制御する可変動弁機構14a、14bが備えられている。

【0067】ここで、前記コントロールユニット11によるバルブタイミング制御を図2のフローチャートに従って説明する。図2のフローチャートにおいて、まず、S1では、各種センサからの出力を読み込む。S2では、各種センサからの出力に基づいて、機関の低負荷時であるか否かを判別する。

【0068】低負荷時であるときには、S3へ進み、低負荷時のバルブタイミング値を参照して、S5に進む。高負荷時であるときには、S4へ進み、高負荷時のバルブタイミング値を参照して、S5に進む。

【0069】S5では、S3或いはS4で参照したバル



(7)

11

ブタイミング値に基づいて、バルブタイミングの切換えを実行する。ここで、第1の実施形態では、機関の低負荷時に排気バルブの閉時期を進角して、吸・排気バルブを非オーバーラップ状態とし、かつ、機関の高負荷時に通常の排気バルブ閉時期とする制御を実行する。

【0070】即ち、機関の高負荷時には、図3及び図4に示すように、排気バルブ13が吸気TDCの後で閉じ、かつ、吸気バルブ12が吸気TDCの前で開くことで、排気バルブ13の開期間（EXH）と吸気バルブ12の開期間（INT）が、吸気TDC前後でオーバーラップする通常のバルブタイミングになるように、前記可変動弁機構14a、14bを制御する。尚、以下、吸気バルブ12の開時期をIVO、閉時期をIVCと記し、排気バルブ13の開時期をEVO、閉時期をEVCと記す。

【0071】また、機関の低負荷時には、図5及び図6に示すように、排気バルブ13が吸気TDCの前で閉じること、吸・排気バルブが非オーバーラップ状態となるようにする。

【0072】即ち、図2のフローチャートのS3及びS5のバルブタイミング制御は、排気バルブ13の閉時期を進角させるものであり（この場合、EVOも進角する）、係る切り換えを可能にする可変動弁機構14a、14bとしては、クランク軸に対するカム軸の位相を切り換える公知の機構を用いることができる。

【0073】尚、可変動弁機構14a、14bとしては、クランク軸の角速度に対するカム軸の角速度を周期的に変化させてバルブタイミングと作動角とを可変に制御できる機構のものをを用いても良く、この場合、EVOを通常の状態に維持したままEVCを進角することも可能である。

【0074】このように、上記第1の実施形態では、高負荷時には吸気バルブ12と排気バルブ13との開期間がオーバーラップ（O/L）するようにするが、低負荷時には、前記オーバーラップを発生させずに、吸気バルブ12と排気バルブ13が非オーバーラップ状態（マイナスO/L）となるようにする。

【0075】尚、図7は、上記の低負荷時における圧力線図、図8は、吸気バルブと排気バルブの開時期をオーバーラップさせる高負荷時の圧力線図である。以上のように、機関の低負荷時（成層燃焼時）に、EVCを進角することにより、EVC時点で燃焼室内に閉じ込められた既燃焼ガスが内部EGRとなり、NO<sub>x</sub>が低減する。この内部EGRは、比較的高温であるため、燃料の気化が促進され、ピストン冠面への燃料付着が抑制され、ピストン冠面に付着した燃料が拡散燃焼することによるスモークの発生やHCの排出の抑制を行うことができる。

【0076】また、ピストン冠面に凹凸部を有する筒内噴射ガソリンエンジン、例えば、圧縮比を高めるべく、ピストン冠面を盛り上げ、この盛り上げたところにボウ

12

ル部を設けるようにした筒内噴射ガソリンエンジンにおいては、従来技術のように、吸気バルブの開時期を進角する構成とすると、バルブとピストン冠面の盛り上がった部位との干渉のおそれが生じ、これを防止するため、ピストン冠面にバルブリセスを設ける必要があるが、上記の実施形態のように、EVCを進角する構成では、上記の干渉のおそれがないため、バルブリセスを設ける必要がなくなる。

【0077】この結果、燃料のピストン冠面のボウル部からのこぼれに起因する未燃HCの排出、表面積/体積比（S/V比）の増大、燃焼効率の低下による燃費低下のおそれなくなる。

【0078】次に、第2の実施形態におけるバルブタイミング制御について説明する。即ち、この実施形態では、機関の低負荷時に排気バルブの閉時期を進角し、かつ、吸気バルブの開時期を遅角して、吸・排気バルブを非オーバーラップ状態とし、かつ、機関の高負荷時に通常の排気バルブ閉時期及び吸気バルブ開時期とする制御を実行する。

【0079】即ち、先の実施形態と同様に、機関の高負荷時には、図3及び図4に示すように、通常のバルブタイミングになるように、前記可変動弁機構14a、14bを制御する。

【0080】また、機関の低負荷時には、図9及び図10に示すように、排気バルブ13が吸気TDCの前で閉じ、かつ吸気バルブ12が吸気TDCの後で開くことで、吸・排気バルブ12、13が非オーバーラップ状態となるようにする。

【0081】即ち、図2のフローチャートのS3及びS5のバルブタイミング制御は、EVCを進角させ（この場合、EVOは進角せず）でかつ、IVOを遅角させるものであり、係る切り換えを可能にする可変動弁機構14a、14bとしては、クランク軸の角速度に対するカム軸の角速度を周期的に変化させてバルブタイミングと作動角とを可変に制御できる機構を用いる。

【0082】かかる実施形態によれば、上述の第1の実施形態の作用・効果に加え、EVC～吸気TDCの間の圧縮に要した仕事の一部を、吸気TDC～IVOの間で回収できるため、燃費的に有利である。

【0083】又、上記のように、EVOが進角しないため、有効膨張比の縮小に伴う燃費の悪化を生じることがない。尚、図11は、上記の実施形態における低負荷時における圧力線図である。

【0084】次に、第3の実施形態におけるバルブタイミング制御について説明する。即ち、この実施形態では、機関の低負荷時に排気バルブの閉時期を進角して、吸・排気バルブを非オーバーラップ状態とすると共に、排気バルブの開時期を遅角し、かつ、機関の高負荷時に通常の排気バルブ閉時期及び開時期とする制御を実行する。

(8)

13

【0085】即ち、先の実施形態と同様に、機関の高負荷時には、図3及び図4に示すように、通常のパルプタイミングになるように、前記可変動弁機構14a、14bを制御する。

【0086】また、機関の低負荷時には、図12及び図13に示すように、排気バルブ13が吸気TDCの前で閉じることで、吸・排気バルブ12、13が非オーバーラップ状態となるようにする。

【0087】即ち、図2のフローチャートのS3及びS5のパルプタイミング制御は、EVCを進角させると共に、EVOを遅角させるものであり、係る切り換えを可能にする可変動弁機構14a、14bとしては、クランク軸の角速度に対するカム軸の角速度を周期的に変化させてパルプタイミングと作動角とを可変に制御できる機構を用いる。

【0088】かかる実施形態によれば、上述の第1の実施形態の作用・効果に加え、吸気TDC～EVOの間の有効膨張比が大きくなり、筒内圧を有効に仕事として取り出せ、燃費の向上を図ることができる。又、機関の高負荷時には、通常のEVOとすることにより、排気の押し出し損失が低減される。

【0089】次に、第4の実施形態におけるパルプタイミング制御について説明する。即ち、この実施形態では、機関の低負荷時に排気バルブの閉時期を進角、かつ、吸気バルブの開時期を遅角して、吸・排気バルブを非オーバーラップ状態とすると共に、排気バルブの開時期を遅角、かつ、吸気バルブの閉時期を進角し、機関の高負荷時に通常の排気バルブの閉時期、吸気バルブの開時期、排気バルブの開時期及び吸気バルブの閉時期とする制御を実行する。

【0090】即ち、先の実施形態と同様に、機関の高負荷時には、図3及び図4に示すように、通常のパルプタイミングになるように、前記可変動弁機構14a、14bを制御する。

【0091】また、機関の低負荷時には、図14及び図15に示すように、排気バルブ13が吸気TDCの前で閉じ、かつ吸気バルブが吸気TDCの後で開くことで、吸・排気バルブ12、13が非オーバーラップ状態となるようにする。

【0092】即ち、図2のフローチャートのS3及びS5のパルプタイミング制御は、EVCを進角させると共に、EVOを遅角させ、かつ、IVOを遅角させるものであり、係る切り換えを可能にする可変動弁機構14a、14bとしては、クランク軸の角速度に対するカム軸の角速度を周期的に変化させてパルプタイミングと作動角とを可変に制御できる機構を用いる。

【0093】かかる実施形態によれば、上述の第1の実施形態の作用・効果に加え、第2の実施形態のEVC～吸気TDCの圧縮仕事を回収する効果と、第3の実施形態の有効膨張比を大きくする効果に加え、IVC～吸気

14

TDCの有効圧縮比を拡大できるという効果を得られ、良好な燃焼を得ることができる。

【0094】ここで、上述の第2の実施形態並びに第4の実施形態においては、排気バルブの閉時期から吸気TDCまでの間と、吸気TDCから吸気バルブの開時期までの間を略同等とするのが好ましい。

【0095】例えば、第5の実施形態として、図16及び図17に示すように、機関の低負荷時にEVCを進角し、かつ、IVOを遅角して、吸・排気バルブ12、13を非オーバーラップ状態とし、かつ、機関の高負荷時に通常のEVC及びIVOとする制御を実行するに際して、EVCから吸気TDCまでの間と、吸気TDCからIVOまでの間を略同等とする。

【0096】かかる実施形態によれば、EVC～吸気TDC間の圧縮に要した仕事を吸気TDC～IVC間に略完全に回収できるため、ポンプロスの低減を図れ、燃費の向上を図ることができる。

【0097】又、IVO時点でバックファイヤが発生するおそれを回避できる。更に、吸気バルブ12のカムと排気バルブ13のカムが逆回転するタイプの動弁機構を有するものでは、吸気バルブ12と排気バルブ13の可変機構が一つで実現できる利点もある。

【0098】尚、図18は、上記の実施形態における低負荷時における圧力線図である。又、上述の第2の実施形態並びに第4の実施形態においては、吸気バルブの開時期を、筒内圧力と吸気管負圧とが略同等となる時期とするのが好ましい。

【0099】例えば、第6の実施形態として、図19及び図20に示すように、機関の低負荷時に排気バルブの閉時期を進角し、かつ、吸気バルブの開時期を遅角して、吸・排気バルブを非オーバーラップ状態とし、かつ、機関の高負荷時に通常の排気バルブ閉時期及び吸気バルブ開時期とする制御を実行するに際して、吸気バルブの開時期を、筒内圧力と吸気管負圧とが略同等となる時期とする。

【0100】図21は、かかる第6の実施形態のコントロールユニット11によるパルプタイミング制御を説明するフローチャートであり、まず、S11では、各種センサからの出力を読み込む。S12では、各種センサからの出力に基づいて、機関の低負荷時であるか否かを判別する。

【0101】低負荷時であるときには、S13へ進み、低負荷時のパルプタイミング値を参照して、S14に進む。このS14では、IVOの遅角量を演算し、S16に進む。

【0102】高負荷時であるときには、S15へ進み、高負荷時のパルプタイミング値を参照して、S16に進む。S16では、S14或いはS15で参照したパルプタイミング値に基づいて、パルプタイミングの切り換えを実行する。

(9)

15

【0103】ここで、図21のフローチャートのS14において、吸気管内の圧力と筒内の圧力とが一致する時期に吸気バルブ12が開かれるように、IVOの遅角量を演算するが、具体的に、以下のようにして遅角量を演算できる。

【0104】即ち、Pを筒内圧力、Vを燃焼室容積、 $\theta$ をクランク角、nをポリトロップ指数とすると、一般に、往復式エンジンの筒内圧力Pと燃焼室容積Vとの間には、下式の関係が成り立つ。

【0105】 $PV^n = \text{const.}$

また、クランク半径・コンロッド長等が既知であれば、燃焼室容積Vは、クランク角 $\theta$ の関数として求められる。

【0106】 $V = f(\theta)$

ここで、吸気管圧力 $P_{\text{intake}}$ =吸気バルブ12の開時期IVOにおける筒内圧 $P_{\text{IVO}}$ となる吸気バルブ12の開時期 $\theta_{\text{IVO}}$ を求めるためには、

排気バルブ13の開時期における筒内圧 $P_{\text{EVC}} = 1$ 気圧  
排気バルブ13の開時期における燃焼室容積 $V_{\text{EVC}} = f(\theta_{\text{EVC}})$

吸気管圧力 $P_{\text{intake}}$ =センサによる測定値又は運転条件による推定値

として、上記3つの値が既知であるとして、以下の式を解けば良い。

【0107】 $P_{\text{EVC}} \cdot V_{\text{EVC}}^n = P_{\text{intake}} \cdot V_{\text{IVO}}^n$   
 $V_{\text{IVO}} = f(\theta_{\text{IVO}})$

ポリトロップ指数nについては、通常1.2~1.4程度の値となるが、ここでは、作動ガスが既燃ガスであることから、 $n=1.25 \sim 1.30$ 程度として演算すれば良い。

【0108】尚、簡易的には、吸気管圧力が大気圧に近いときほど遅角量を小さく設定する構成としても良い。図22は、上記の第6の実施形態における低負荷時の圧力線図である。

【0109】かかる実施形態によると、IVOは吸気管負圧が大きいくほど遅角することになり、第5の実施形態よりも、更にポンプロスの低減を図れ、燃費の向上をより図ることができる。

【0110】更に、上述の各実施形態において、機関回転速度、機関負荷、機関冷却水温等の機関運転状態に応じて排気バルブの開時期を可変制御するのが好ましい(図23及び図24参照：第7の実施形態)。

【0111】図25は、かかる第7の実施形態のコントロールユニット11によるバルブタイミング制御を説明するフローチャートであり、まず、S21では、各種センサからの出力を読み込む。S22では、各種センサからの出力に基づいて、機関の低負荷時であるか否かを判別する。

【0112】低負荷時であるときには、S23へ進み、EVCを機関運転状態に応じて割り付けたテーブルを参照して、そのときのEVCを決定する。S24では、第

16

6の実施形態と同様にIVOの遅角量を演算し、S25に進む。

【0113】高負荷時であるときには、S25へ進み、高負荷時のバルブタイミング値を参照して、S26に進む。S26では、S24或いはS26で参照したバルブタイミング値に基づいて、バルブタイミングの切り換えを実行する。

【0114】かかる実施形態によれば、さまざまな機関運転状態に対応して、最適なEGR量を設定でき、NOxの低減効果を十分に発揮させることができ、かつ、過大なEGR量による燃焼不安定化等を防止できる。因みに、EGR量はEVC時点での燃焼室容積で決定される。

【0115】次に、本発明の第8の実施形態について説明する。先ず、この実施形態におけるコントロールユニット11によるバルブタイミング制御を図26のフローチャートに従って説明する。

【0116】このフローチャートにおいて、先ず、S31では、各種センサからの出力を読み込む。S32では、S31で読み込んだ各種センサからの出力より、コントロールユニット11内にその機能を有する運転状態検出手段によって運転状態を検出する。

【0117】S33では、運転状態に応じて予め設定された、吸気バルブ12の開閉時期、排気バルブ13の開閉時期をマップを参照して検索する。S34では、S32にて運転状態検出手段により検出された運転状態、特に、検出された機関回転速度、機関トルク及びクランク角センサ2の角速度変化及び角加速度変化から燃焼不安定状態、例えば失火であるか否かが判定され、失火であると判定されると、S35に進み、失火ではないと判定されると、S37に進む。

【0118】S35では、S34にて失火であると判定されたので、バルブタイミングを基準マップ値よりも非オーバーラップ量(マイナスO/L量)が小さい側に所定値シフトする。

【0119】S36では、基準バルブタイミングマップを、S34、S35での失火状態等の学習により、今後のタイミングを書き換える。S37では、実際のバルブタイミングを切り換える。

【0120】次に、上記の実施形態のバルブタイミング制御の詳細について説明する。可変動弁機構としては、クランク軸の角速度に対するカム軸の角速度を周期的に変化させて、バルブタイミングと作動角とを可変に制御できる機構を用いる。

【0121】本実施形態では、図27に示すように、高回転、高負荷領域に関しては、均質運転され、中回転、中負荷以下の領域は成層運転される。均質運転の場合、バルブタイミングは、図28及び図29に示すタイミングとする。

【0122】即ち、図28及び図29に示すように、排

(10)

17

気バルブ13が吸気TDCの後で閉じ、かつ、吸気バルブ12が吸気TDCの前で開くことで、排気バルブ13の開期間と吸気バルブ12の開期間が、吸気TDC前後でオーバーラップする通常のバルブタイミングになるように、可変動弁機構14a, 14bを制御する。

【0123】そして、図27に示すように、成層燃焼運転領域を低回転、低負荷領域及び中回転、中負荷領域の2つに分け、運転状態に応じて低回転、低負荷領域、中回転、中負荷領域に応じたバルブタイミングとする。

【0124】低回転、低負荷の場合には、図30及び図31に示すように、排気バルブ13の開弁時期を進角し、図32に示すような所望の内部EGR率を確保するような時期に設定される。

【0125】又、吸気バルブ12開弁時期については、図30及び図31に示すように、即ち、先に説明した実施形態のように、排気バルブ13の開弁のタイミングに合わせて、TDC〜排気バルブ13閉までの期間とTDCから吸気バルブ12開までの期間を略同等、若しくは吸気管内と筒内の圧力が略同等となるタイミングに設定される。

【0126】又、排気バルブ13の開弁時期は、膨張比を大きく取るために、BDC+設定される。更に、吸気バルブ12の開弁時期は有効圧縮比（実圧縮比）が大きく取れるように、BDC近くに設定される。

【0127】一方、中回転、中負荷の場合には、図33及び図34に示すように非オーバーラップ量（マイナスO/L量）を減じて、内部EGR量を減ずると共に、吸気バルブ閉時期を遅角、排気バルブ開時期を進角させて、相応の吸入空気量を得るように設定される。

【0128】尚、図35は運転領域毎の要求排気バルブ閉時期（EVC）マップ、図36は運転領域毎の要求排気バルブ開時期（EVO）マップ、図37は運転領域毎の要求吸気バルブ開時期（IVO）マップ、図38は運転領域毎の要求吸気バルブ閉時期（IVC）マップである。

【0129】ここで、本実施形態での図27の非オーバーラップ（マイナスO/L）マップは、図26のフローチャートのS33（基準バルブタイミングマップ）に対応しており、運転状態に応じて3つの領域毎に設定されたバルブタイミングとしている。

【0130】ところで、成層燃焼運転時においては、バルブの製造時及び組み付け時のバラツキや、燃料噴射弁やピストン、点火プラグ等の汚れ等により燃焼状態が個々の機関により異なる場合が考えられ、この場合、図27に示したマップによるバルブタイミング設定では、失火等を引き起こすことが考えられる。

【0131】この場合、運転者に常に良好なドライバビリティを提供すると共に、低エミッションを両立するために、前述したように、運転状態検出手段、例えば、クランク角センサ2より入力された信号を基に失火判定を

18

行っており、その判定手法は既に知られているように、クランク角に基づいて、クランク角速度の変化や、クランク角加速度変化等を計算し、夫々のしきい値と比較することにより失火を判定する。

【0132】即ち、図26のフローチャートのS34で失火判定を行い、失火が検出されなければ、実際にマップ値通りの可変幅でバルブタイミングを切り換え、失火が検出された場合には、S36でバルブタイミングを非オーバーラップ量が小となるように、具体的には、例えば排気バルブ閉時期を1°CA遅角すると共に、それに応じて吸気バルブ開時期を1°CA進角した値をマップ値として書き換え、書き換えられたバルブタイミングに制御される。

【0133】以上説明したように、第8の実施形態では、所望の内部EGR率を得るための基準バルブタイミングマップを有し、運転領域に応じて内部EGR率を変化させると共に、機関内部の汚れ等により失火等が発生した場合には、それに対応して内部EGR率を減ずることにより、常に良好な燃費、排気性能が得られる。

【0134】次に、本発明の第9の実施形態について説明する。この実施形態においては、図1に示した動弁装置の可変動弁機構14a, 14bは、バルブの開閉時期（バルブタイミング）を可変に制御すると共にそのバルブリフト量を可変に制御する構成とされる。

【0135】上述した第8の実施形態のバルブリフト及びバルブタイミングを図39に、本実施形態のバルブリフト及びバルブタイミングを図40に示す。これらの図の対比から明らかなように、バルブリフトが不変な上記の第8の実施形態に対して、第9の実施形態では、吸気バルブ12のバルブリフトも可変に制御するようにしている。

【0136】具体的には、排気弁側は、第8の実施形態と同様の可変動弁機構とし、吸気弁側は、カムフェイスを切り換えて、バルブタイミングを3段に切換可能な可変動弁機構とする。

【0137】ここでの吸気バルブ12のリフト量は、バルブの加速度をフルリフト時と同様に設定すると、作動角の減少に応じてリフト量を減少させる必要がある。但し、成層燃焼運転に限定して、該当カムフェイスを使用する場合には、使用回転速度が限定できるため、比較的高いリフトが設定可能となる。

【0138】この実施形態では、作動角減少に対応する分だけリフト量を減少させると言う一般的な例とは、作動角減少に対応する分だけリフト量を減少させない点で異なる。

【0139】本実施形態において狙っている効果は、成層燃焼運転時の低回転、低負荷領域の筒内ガス流動強化であり、このとき、吸気バルブリフトを小とし、燃料噴霧の気化を促進し、成層燃焼を良好にし、逆に、中回転、中負荷領域（成層燃焼運転時における高回転時）

(11)

19

には、吸気バルブリフトを最大限リフトさせ、過剰な流動を抑制し、燃料噴霧の過分散を抑制すると共に、吸入空気量を確保している。

【0140】このような設定により、広範囲の成層燃焼運転が可能になる。又、吸気行程燃料噴射運転においては、吸気バルブリフトはフルリフトに設定する。

【0141】このように、吸気バルブリフトを減ずることによって、ポンプロスが増加するが、前記のように作動角に応じた吸気バルブリフト減とすると、このポンプロスが大きくなり、燃費悪化を引き起こすため、この実施形態では、ポンプロスの小さい低回転、低負荷領域に限って低リフトとしている。

【0142】尚、図41は運転領域毎の要求吸気バルブリフトマップ、図42は第9の実施形態での運転領域毎の吸気バルブリフトマップである。以上の第9の実施形態においては、吸・排気バルブの非オーバーラップ量の増加と共に、吸気バルブ12のバルブリフト量を機関運転状態に基づいて可変制御するようにしているが、吸気バルブ12と排気バルブ13の両方のバルブリフト量を機関運転状態に基づいて可変制御するようにしても良い。

【0143】又、上記各実施形態では、吸気バルブ12及び排気バルブ13の動弁装置としてカムによってバルブを開閉駆動する装置を用いる構成として、カムフェイスを多段に切り換えて、バルブタイミングを切り換える構成としたが、油圧力や電磁力によってバルブを駆動する動弁装置であっても良く、この場合、油圧力や電磁力の発生タイミングの制御によって、上記のいずれの実施形態におけるバルブタイミングも実現可能であり、かつ、バルブタイミング設定の自由度がより高く、連続的な可変制御が可能であるため、最適なバルブタイミングに容易に設定でき、より効果を高めることができる。

#### 【図面の簡単な説明】

【図1】 本発明の筒内噴射ガソリンエンジンの一実施形態のシステム構成図

【図2】 第1～第5の実施形態のバルブタイミング制御を説明するフローチャート

【図3】 第1～第5の実施形態の高負荷時のバルブタイミングを示す図

【図4】 第1～第5の実施形態の高負荷時のバルブタイミングを示す図

【図5】 第1の実施形態の低負荷時のバルブタイミングを示す図

【図6】 第1の実施形態の低負荷時のバルブタイミングを示す図

【図7】 同上の低負荷時における圧力線図

【図8】 吸気バルブと排気バルブの開時期をオーバーラップさせる高負荷時の圧力線図

【図9】 第2の実施形態の低負荷時のバルブタイミングを示す図

【図10】 第2の実施形態の低負荷時のバルブタイミ

20

ングを示す図

【図11】 同上の低負荷時における圧力線図

【図12】 第3の実施形態の低負荷時のバルブタイミングを示す図

【図13】 第3の実施形態の低負荷時のバルブタイミングを示す図

【図14】 第4の実施形態の低負荷時のバルブタイミングを示す図

【図15】 第4の実施形態の低負荷時のバルブタイミングを示す図

【図16】 第5の実施形態の低負荷時のバルブタイミングを示す図

【図17】 第5の実施形態の低負荷時のバルブタイミングを示す図

【図18】 同上の低負荷時における圧力線図

【図19】 第6の実施形態の低負荷時のバルブタイミングを示す図

【図20】 第6の実施形態の低負荷時のバルブタイミングを示す図

【図21】 第6の実施形態のバルブタイミング制御を説明するフローチャート

【図22】 同上の低負荷時の圧力線図

【図23】 第7の実施形態の低負荷時のバルブタイミングを示す図

【図24】 第7の実施形態の低負荷時のバルブタイミングを示す図

【図25】 第7の実施形態のバルブタイミング制御を説明するフローチャート

【図26】 第8の実施形態のバルブタイミング制御を説明するフローチャート

【図27】 第8の実施形態における運転領域毎のマイナスO/Lマップ

【図28】 通常（吸気行程＝均質運転）時のバルブタイミングを示す図

【図29】 通常（吸気行程＝均質運転）時のバルブタイミングを示す図

【図30】 成層低回転低負荷時の大マイナスO/Lのバルブタイミングを示す図

【図31】 成層低回転低負荷時の大マイナスO/Lのバルブタイミングを示す図

【図32】 内部EGR率要求マップ

【図33】 成層高回転高負荷時（中回転中負荷）の小マイナスO/Lのバルブタイミングを示す図

【図34】 成層高回転高負荷時（中回転中負荷）の小マイナスO/Lのバルブタイミングを示す図

【図35】 運転領域毎の要求排気バルブ閉時期（EVC）マップ

【図36】 運転領域毎の要求排気バルブ開時期（EVO）マップ

【図37】 運転領域毎の要求吸気バルブ開時期（IV

(12)

21

22

O) マップ

【図38】 運転領域毎の要求排気バルブ閉時期 (I V

C) マップ

【図39】 第8の実施形態におけるバルブリフト及びバルブタイミングを示す図

【図40】 第9の実施形態におけるバルブリフト及びバルブタイミングを示す図

【図41】 運転領域毎の要求吸気バルブのバルブリフトを説明する図

【図42】 第9の実施形態における運転領域毎の吸気バルブのバルブリフトマップ

【符号の説明】

1 アクセル開度センサ

2 クランク角センサ

3 エアフローメータ

4 エンジン

5 水温センサ

6 燃料噴射弁

7 点火栓

8 吸気通路

9 スロットル弁

10 スロットルアクチュエータ

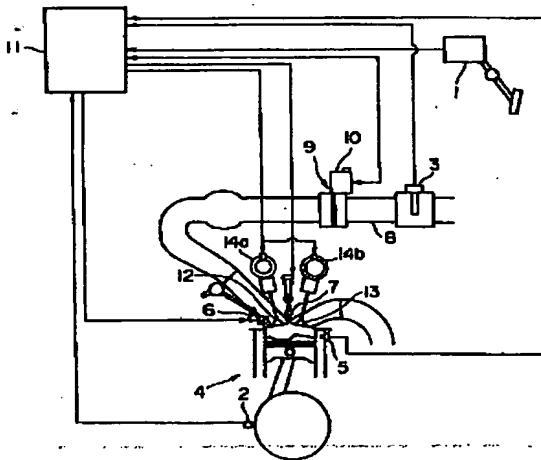
11 コントロールユニット

12 吸気バルブ

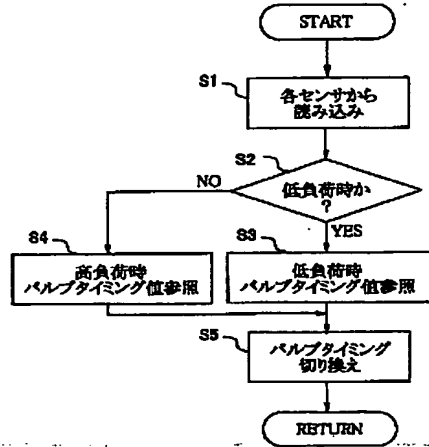
13 排気バルブ

14 a, 14 b 可変動弁機構

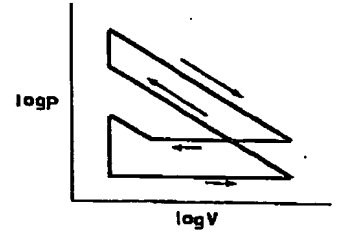
【図1】



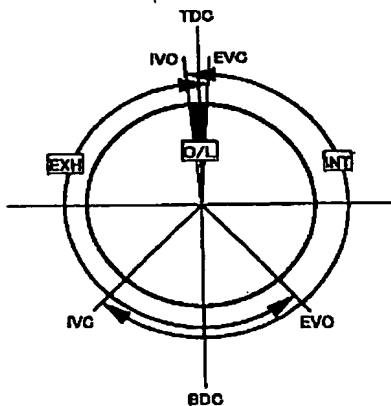
【図2】



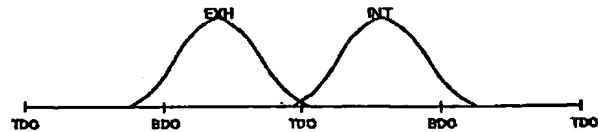
【図7】



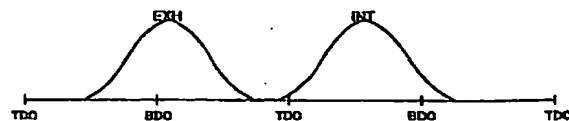
【図3】



【図4】

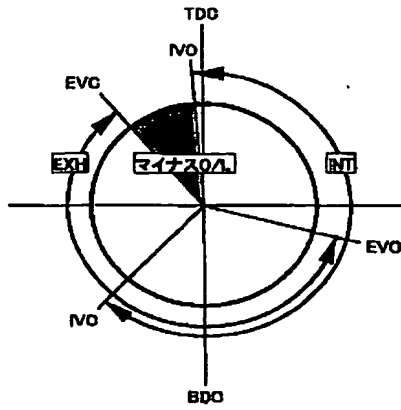


【図6】

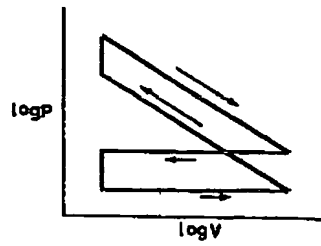


(13)

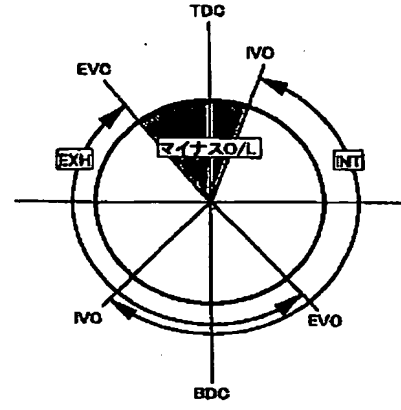
【図5】



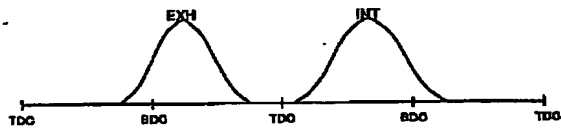
【図8】



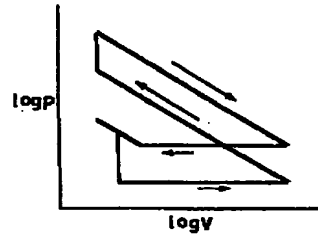
【図9】



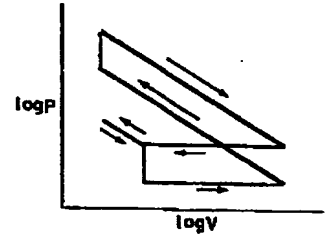
【図10】



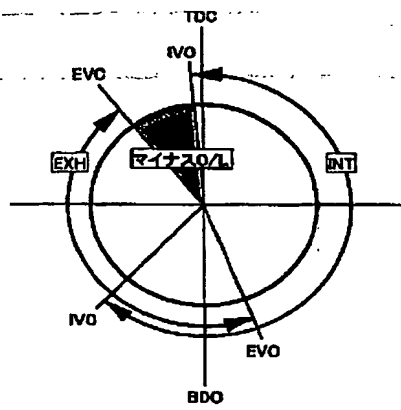
【図11】



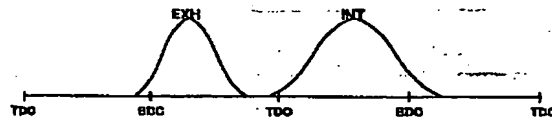
【図18】



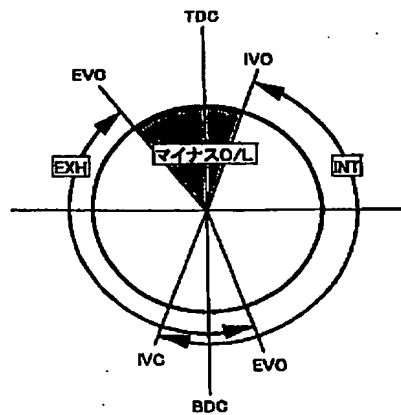
【図12】



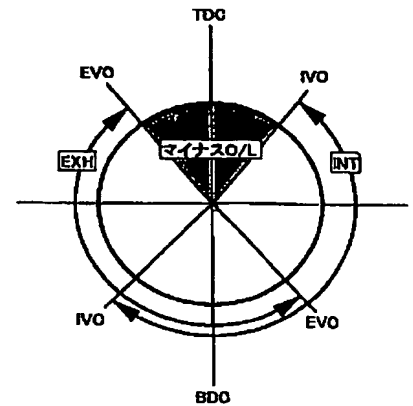
【図13】



【図14】

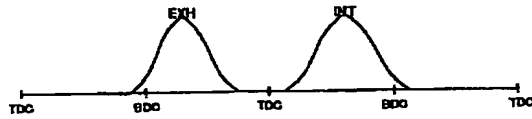


【図16】

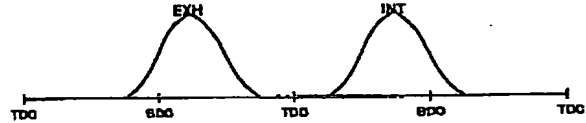


(14)

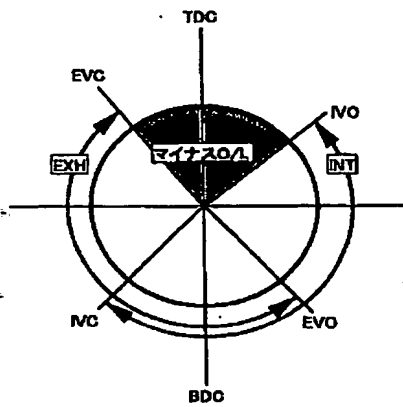
【図15】



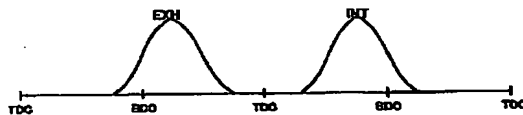
【図17】



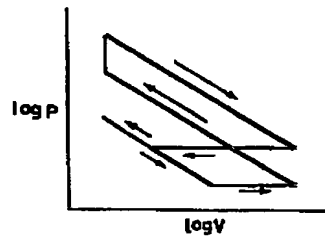
【図19】



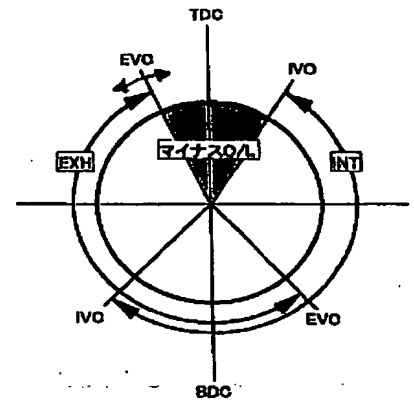
【図20】



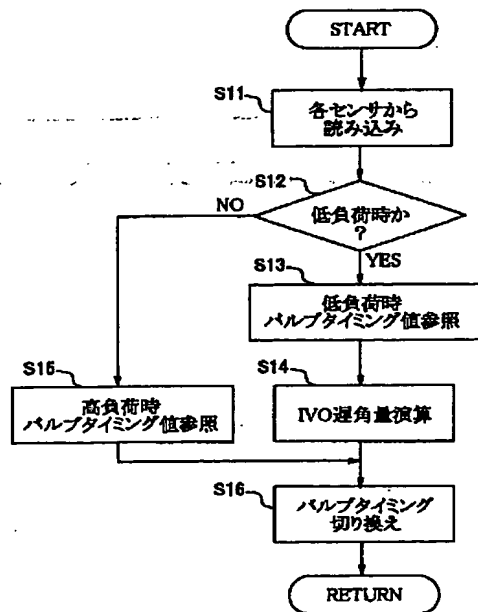
【図22】



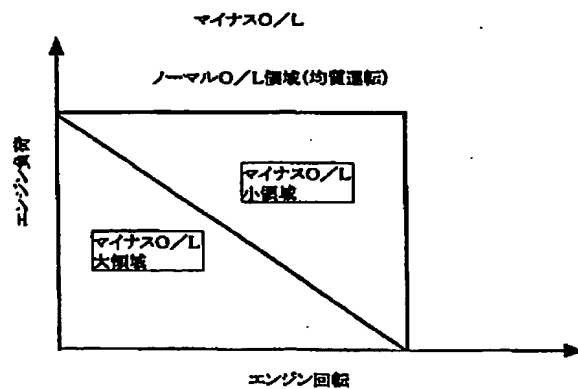
【図23】



【図21】



【図27】



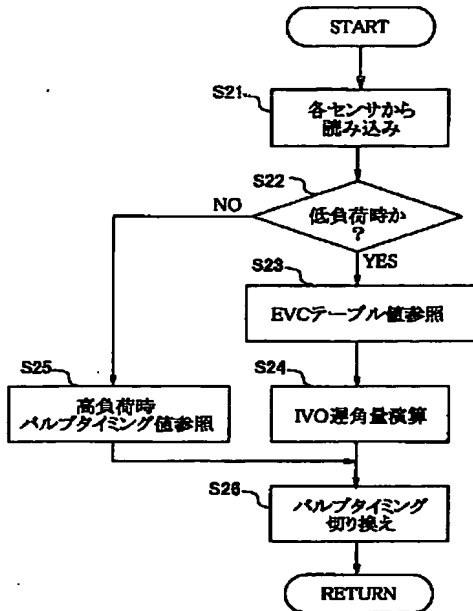
【図24】



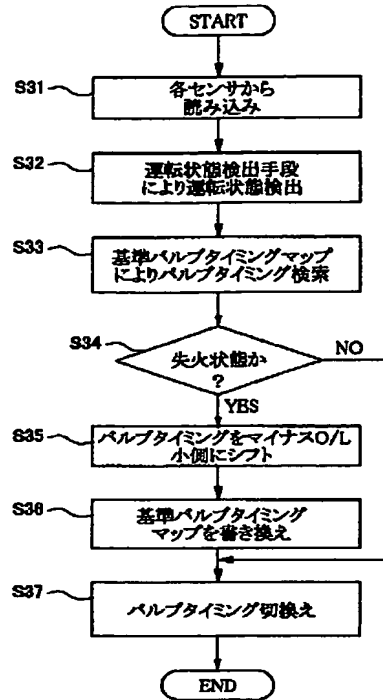


(15)

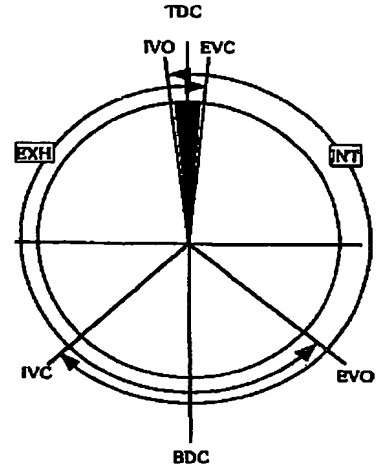
【図25】



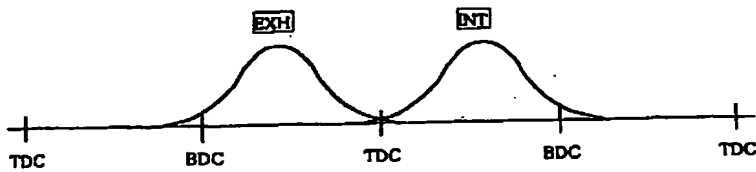
【図26】



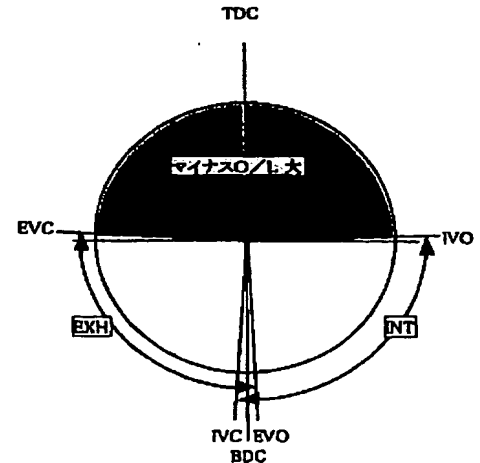
【図28】



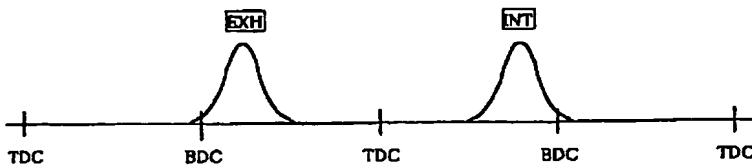
【図29】



【図30】

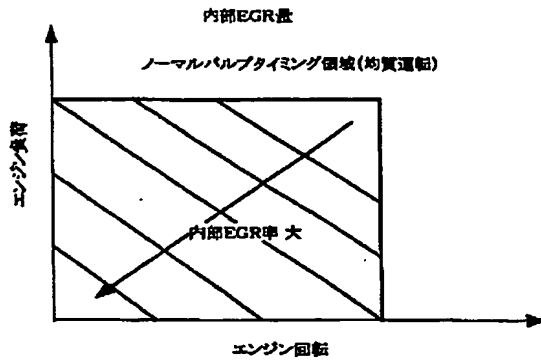


【図31】

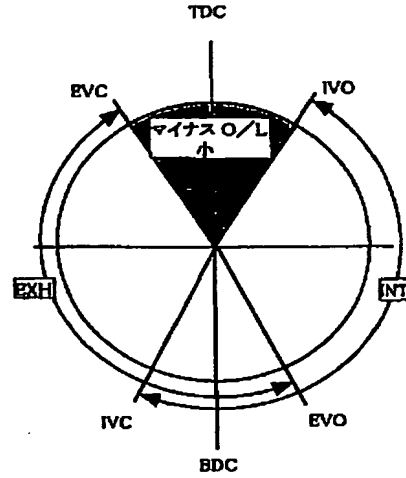


(16)

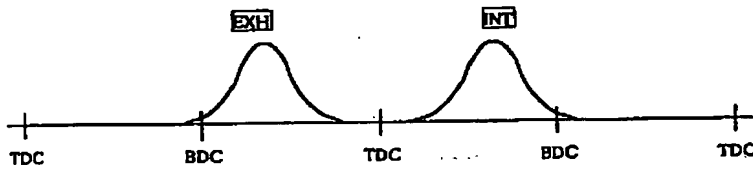
【図32】



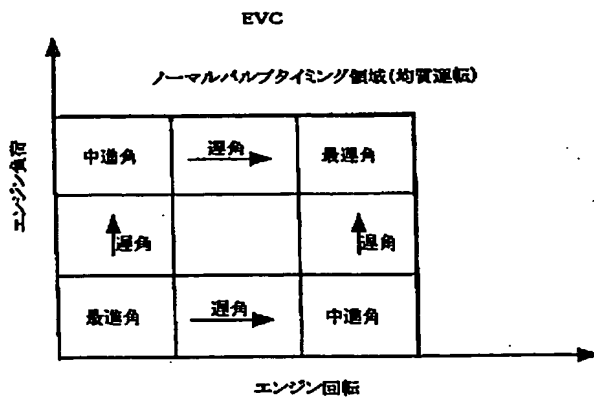
【図33】



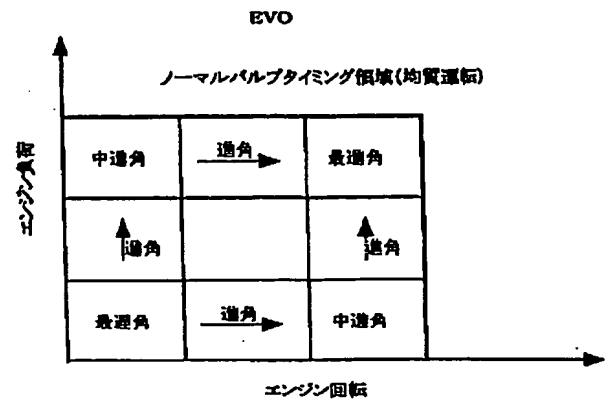
【図34】



【図35】

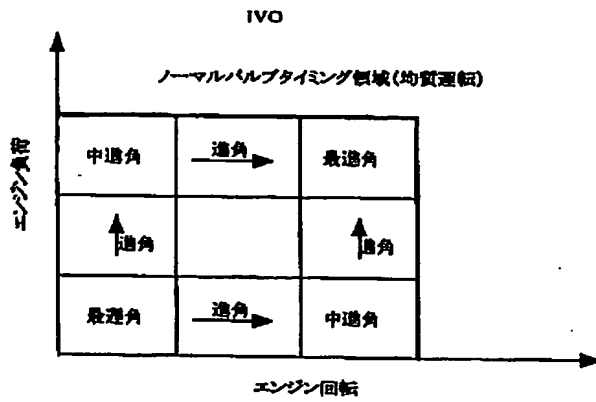


【図36】

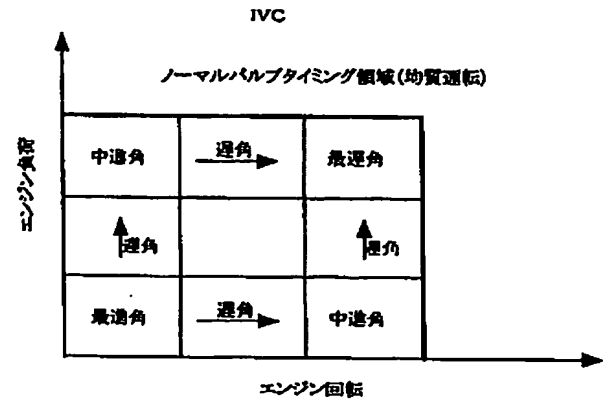


(17)

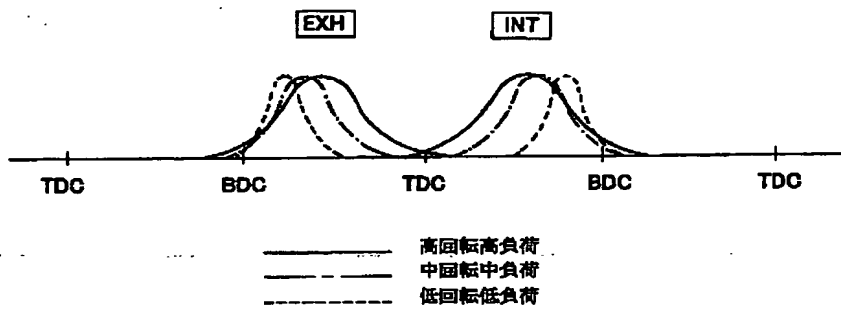
【図37】



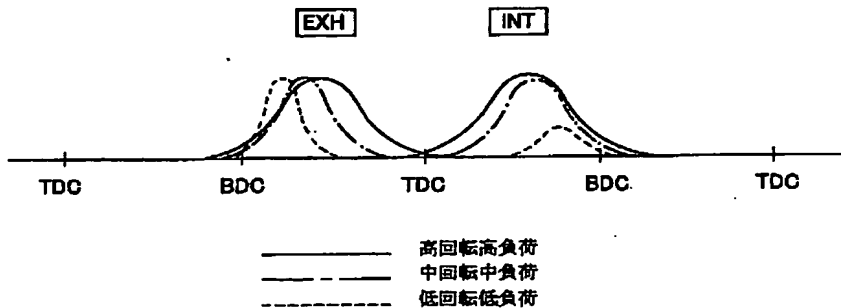
【図38】



【図39】

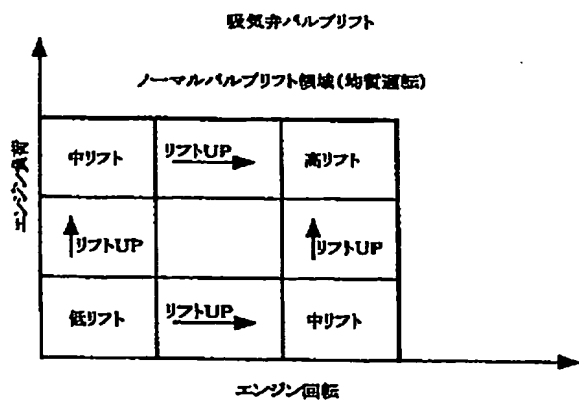


【図40】



(18)

【図41】



【図42】

